IPLACEX
TECNOLÓGICO NACIONAL

INTERFASES Y SISTEMAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS

UNIDAD Nº II

Sistemas de adquisición de datos.

Introducción

Siguiendo la misma línea de las semanas anteriores aplicaremos los conocimientos en la práctica o programación de buses de campo o redes industriales esta semana revisaremos la comunicación, configuración y conexiones de Profinet.

En las últimas décadas la evolución del mundo industrial ha sido muy rápida debida en gran medida al gran desarrollo tecnológico que ha traído consigo mejoras en el control de sistemas cada vez más complejos, extensos y distribuidos.

PROFINET se basa en estándares de TI acreditados y ofrece funcionalidad de TCP/IP completa para la transferencia de datos en toda la empresa y a todos los niveles. Se ha convertido en el principal estándar Industrial Ethernet en el mercado. Esta tecnología está establecida y orientada al futuro a nivel mundial con el apoyo de muchos proveedores de productos, asegurando así la disponibilidad a largo plazo y la protección de la inversión.

Los usuarios gozan de las ventajas de los diagnósticos integrados y las comunicaciones de seguridad positiva, que ofrecen una disponibilidad del sistema óptima, que abarca desde los conceptos de máquinas modulares para conseguir la máxima flexibilidad hasta las velocidades de transferencia más rápidas y aplicaciones WLAN.

Ideas Fuerza

1. **Comunicaciones Digitales:** La era de la comunicación digital está más activa que nunca, y está creciendo al mismo ritmo que la tecnología y las innovaciones. En un tiempo no muy lejano, la tecnología habrá alcanzado un nivel muy superior al que podamos imaginarnos en la actualidad, pero no debemos olvidar las bases de esta comunicación y en la industria Transmisión de datos serie y paralelo.

2. **Puertos de comunicación:** Cada dispositivo utilizado en un sistema industrial debe tener alguna forma de conectarse. Este punto de conexión se conoce como una interfaz. Es importante conocer sobre las interfaces por dos razones principales:

   Existen muchas interfaces diferentes (la mayoría completamente incompatibles)

   Las diferentes interfaces tienen características de rendimiento y precios diferentes
   Interfaces DB9 serie: RS232, RS422 y RS485. Interface universal USB.

3. **PROFINET:** PROFINET es el estándar abierto de Ethernet Industrial de la asociación Internacional de PROFIBUS (PI) (según IEC 61784-2) para redes industriales de automatización.
   Se conecta a dispositivos, sistemas y células, es más rápido, más seguro, menos costoso y más alto. Se integra fácilmente a sistemas y equipos existentes.

Desarrollo

Profinet se basa en el estándar de ETHERNET (estándar IEEE 802.3) es un estándar de transmisión de datos para redes de área local que utiliza los protocolos TCP/IP, bajo el método de control de acceso al medio conocido como CSMA/CD "Carrier Sense Multiple Access, with Collision Detection". CSMA/CD determina cómo y cuándo un paquete de dato es ubicado en la red.

Antes de que un dispositivo esté preparado a transmitir datos, primero tiene que escuchar para asegurarse de que el medio está "libre" y no hay otros dispositivos transmitiendo. Así cuando la red está libre, los dispositivos inician la transmisión.

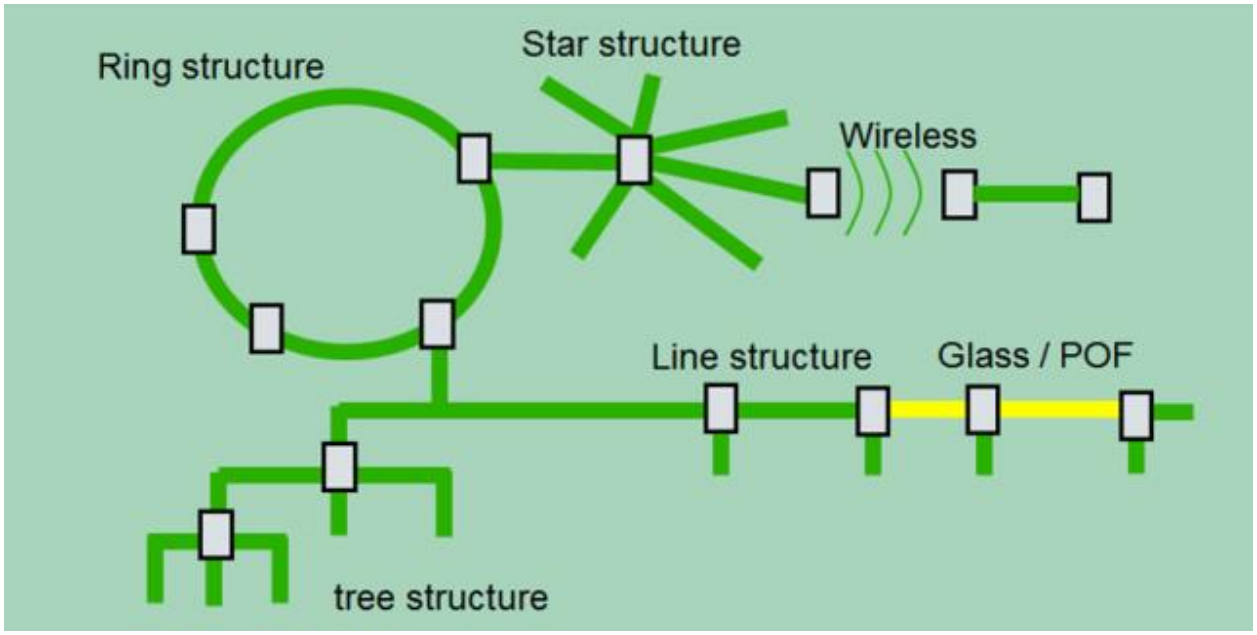
Sin embargo, sí durante la transmisión detecta que otro dispositivo también está transmitiendo se puede dar una colisión de datos, así pues, ambos detendrán sus transmisiones y realizarán un proceso conocido como back-off en el que esperarán un tiempo aleatorio antes de intentar volver a transmitir nuevamente.

Han podido ser solucionados con la introducción de sistemas full-duplex en la comunicación y la topología estrella. De esta forma, con la aparición de switches desapareció el problema de las colisiones.

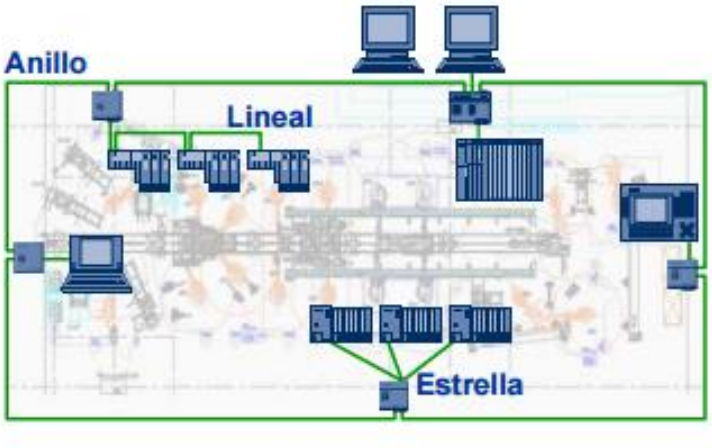
- Crea dinámicamente redes entre sus puertos de acuerdo a una tabla interna.
- Se crean “dominios de colisiones” aislados entre sí (la colisión en el enlace con un dispositivo no involucra a los demás dispositivos conectados al switch).
- Cada puerto opera a la máxima velocidad posible aprovechando así el máximo ancho de banda.
- Cada dispositivo puede operar en half-duplex o full-duplex y este hecho no afecta al resto de los dispositivos.

TOPOLOGÍA

Se puede usar cualquier topología: anillo, estrella, árbol, lineal. Típicamente el nivel de campo requiere una estructura lineal con ramas, la red se puede ajustar a la máquina de manera óptima, también soporta estructuras de anillo redundante.



Profinet con base Ethernet ofrece muchas más opciones de topología, incluyendo estructuras de estrella, anillo y árboles que hacen más fácil para el diseño y puesta en marcha de acuerdo con el diseño y las funciones de una planta, especialmente donde la redundancia de larga distancia y remota se necesitan conexiones.

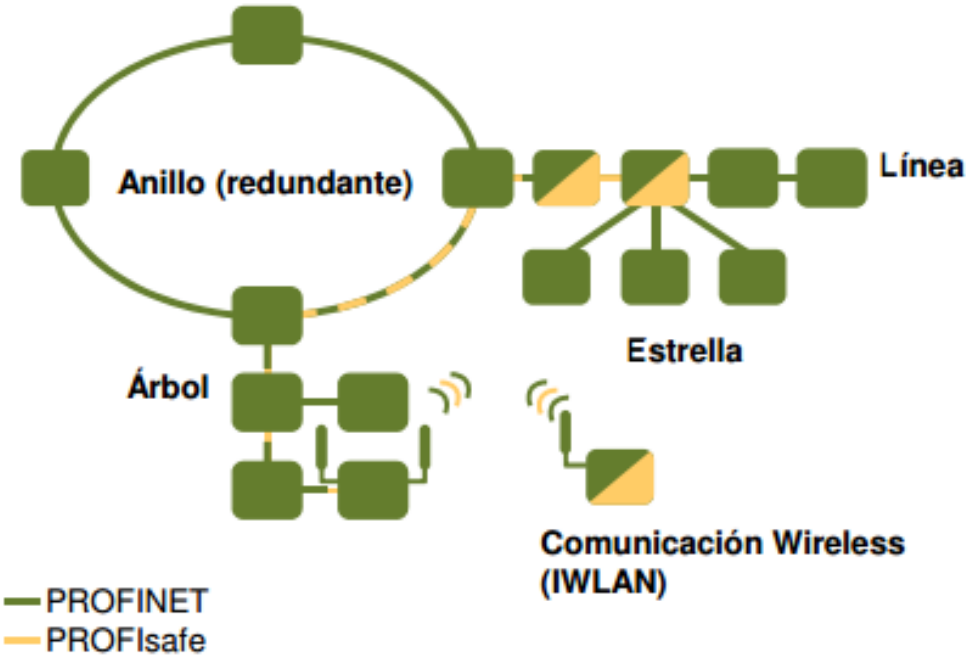


Características:

Topología basada en el diseño de la máquina

- Menor coste de cableado y puesta en marcha más sencilla
- Topología lineal y estructuras de anillos redundantes posibles sin componentes de red adicionales
- Topología adaptada para cada máquina
- Soporta topologías variadas tales como estrella, árbol, línea o anillo
- Varios medios disponibles: cable de cobre Cat5, cables de fibra óptica de vidrio y plástico, el WLAN
- Acceso a máquinas y plantas mediante una conexión segura VPN, p.ej. para mantenimiento remoto
- Protocolo abierto, es un estándar industrial.
- Tan sencillo como un bus de campo.
- Alta velocidad, tiempo de ciclo por dispositivo.
- Profinet-IO y TCP/IP en un sólo cable.
- Puede llegar hasta 100 m entre dispositivos.

- Configuración FDT/DTM (también se puede configurar desde CX-Profibus).
- Tiene un SmartSlice con switch incorporado que soporta redundancia en anillo.
- El Controlador soporta redundancia de maestro (mediante un bloque de función).



Conexión en línea

Beneficios:

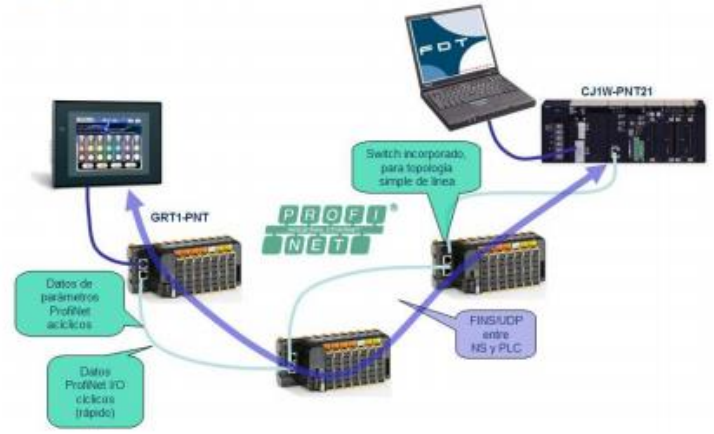
- Implica un bajo esfuerzo de cableado para grandes redes.
- Estructura de bus de campo tradicional.
- Esta es la forma apropiada cuando se usan dispositivos de E/S que integran un switch.

- Los switches ethernet son opcionales.

Inconvenientes:

- Las comunicaciones a través de muchos switches afecta a los tiempos de comunicación.
- El mal funcionamiento de un dispositivo de la red, implica la desconexión de parte de la red.

Topología en bus:



Conexión en estrella

Beneficios:

Flexibilidad para añadir o quitar dispositivos sin interrumpir la red.

Fácil monitorización y diagnóstico de la red.

Inconvenientes:

Montaje más complicado.

A un fallo del switch, fallo completo de la red.

Conexión en árbol

Beneficios:

Acorta las comunicaciones de datos en nodos locales.

Evita el tráfico excesivo entre switches.

Habilita una jerarquía para mejor transparencia de la red.

Inconvenientes:

Si cae el switch principal, se pierden las comunicaciones con toda la red, pero los núcleos locales siguen funcionando.

Conexión en anillo, Máximo 50 unidades.

Beneficios:

El mal funcionamiento de un dispositivo de la red no implica la desconexión de parte de la red.

Conexión en Anillo redundante MRP

MEDIOS FÍSICOS

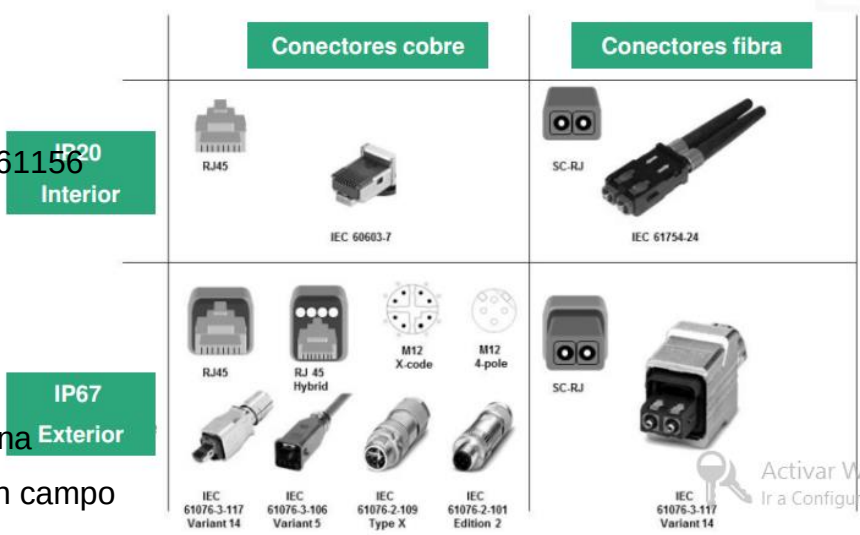
Conexión para datos

Tecnología de transmisión basada en cobre y en fibra óptica conforme a 8802-3

Cables

Par trenzado conforme a IEC 11801/61156

Versión híbrida



Conector IP20

RJ45 diseñado para entorno de oficina

Se puede confeccionar el conector en campo

Conector IP67

Diseño compatible con el mundo IP20

Versión híbrida (datos + energía)

Conector M12 circular (4 pines)

Se puede confeccionar el conector en campo

Cables de fibra óptica de vidrio conforme a IEC 60793 / 60794

Cables de fibra óptica de plástico (en preparación)

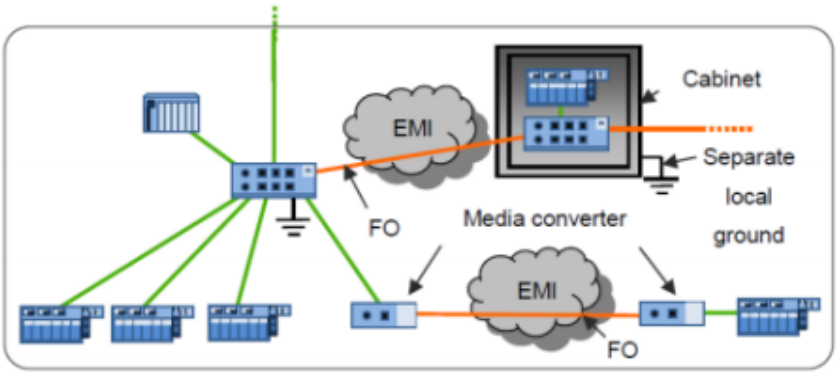
Conector de bayoneta y de inserción-extracción.

Fibra óptica

Hasta 80 km de distancia entre los sistemas de control mediante fibra óptica: La distancia máxima varía en función del tipo de cable:

- POF – 50 metros
- PCF – 100 metros
- Fibra Monomodo – 3000 metros
- Fibra Multimodo – 26000 metros

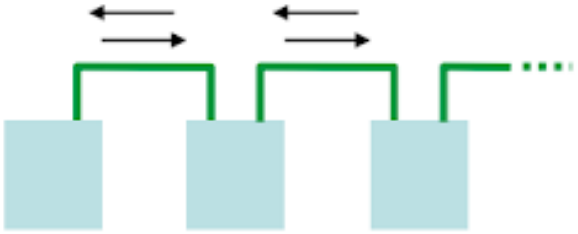
Fibra óptica		
Diseño	**Tipo B**	**Tipo C**
Tipo de instalación	Alta flexibilidad, movimiento permanente, vibración o torsión	Uso extra flexible, movimiento permanente, vibración o torsión
Diámetro revestimiento	POF: n.a PCF: 0,5 mm	POF: n.a. PCF; 0,5 mm
Coloración cubierta	Verde RAL 6018	Según aplicación
Número de fibras	2	
Diámetro del núcleo	POF: 980/1000 µm PCF: 200/230 µm	
Atenuación máxima @650nm; FWHM < 4 nm	POF: 160 dB/km PCF: 10 dB/km	POF: según aplicación PCF: 10 dB/km



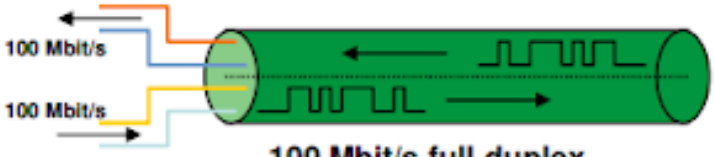
VELOCIDADES DE TRANSMISIÓN

Las aplicaciones rápidas de control de movimiento necesitan un intercambio de datos igualmente rápido. Los tiempos de ciclo breves de Profinet aumentan la productividad de las máquinas e instalación. Gracias al uso de Ethernet, alcanza una velocidad de transferencia de datos notablemente mayor que los buses de campo de este modo es muy sencillo, transferir grandes volúmenes de datos sin repercusiones en la transferencia de datos IO.

- Rendimiento y alta velocidad de transmisión
- Debido al ancho de banda más grande, aplicaciones intensivas en datos se pueden usar paralelamente sin que ello afecte a la transmisión de datos de periferia
- Uso de la tecnología de switch Ethernet
- Usando 100 Mbit/s Ethernet, PROFINET alcanza una velocidad de transmisión significativamente alta (p.ej. comparado con PROFIBUS DP)
- 100 Mbit/s es una prestación suficientemente alta para el nivel de campo



Switches conectados en línea



100 Mbit/s full duplex

PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN

PROFINET CBA (NRT, Not Real Time): está construido por un conjunto de elementos o módulos físicos y programas que facilitan la conexión directa a la red profinet de los controladores situados en diferentes puntos de una planta industrial. Utiliza funciones de TCP/IP y fundamentalmente está pensada para ser una comunicación a nivel superior, comunicación entre maquinaria.

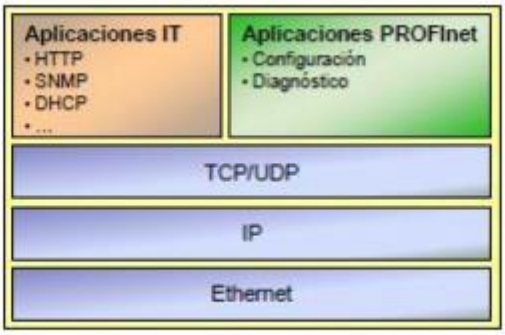


Figura 6: Esquema de las distintas capas en la comunicación PROFINET CBA

PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN PROFINET I/O

(RT, Real Time).Los datos de proceso y las alarmas se transmiten en tiempo real (aunque no 100% determinista). PROFINET I/O (IRT, Isochronous Real-Time): Se trata de una transmisión de datos en tiempo real. Es una funcionalidad concreta de PROFINET I/O en la que el intercambio de datos suele estar en el intervalo de unos pocos cientos de microsegundos. Este modo de comunicación en tiempo real estricto solo es posible mediante la implementación de un hardware especial (ASICs), es la única forma de lograr los tiempos.

Características:

- Alta resistencia, a condiciones de humedad, condensaciones, temperaturas extremas, vibraciones e interferencias electromagnéticas.
- Redundancia de anillo rápida (< 200ms).
- Equipos modulares con sustitución en caliente.
- Consta de una total integración, diagnosis de red integrada en PLC, HMI.
- Facilidad de mantenimiento.

- No se producen reflexiones en cables ni problemas de cableado (ej. Ausencia de resistencia terminal) con PROFINET.
- Los problemas de conexión solo afectan a dos puntos de un enlace y no a la línea entera (fácil localización de fallas).
- Usando 100Mbit/s Ethernet, PROFINET alcanza una velocidad de transmisión significativamente alta (por ejemplo, comparado con PROFIBUS DP)
- Topología lineal y estructuras de anillo redundante posibles sin componentes de red adicionales.
- Soporte de topologías variadas tales como estrella, árbol, bus o anillo.
- Varios medios disponibles para la red, cable de cobre Cat5, cables de fibra óptica de vidrio y plástico, e IWLAN.
- Acceso a máquinas y plantas mediante una conexión segura VPN (Para mantenimiento remoto).

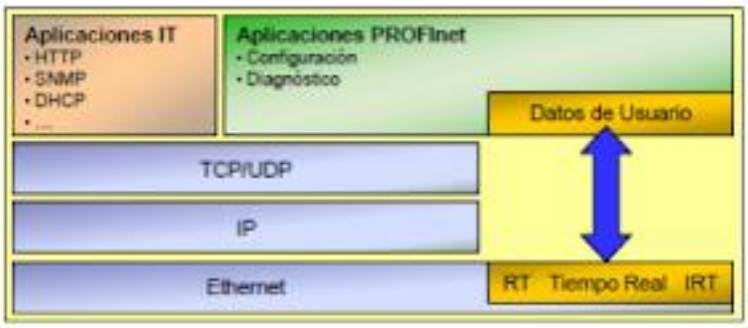


Figura 7: Esquema de las capas en la comunicación PROFINET I/O

TRAMA

El funcionamiento de PROFINET a nivel de la trama de datos va encapsulado dentro del payload (datos) de la capa Ethernet habitual. Este hecho es lógico ya que PROFINET está montado sobre una capa superior a la capa de enlace en la que opera Ethernet. El formato de la trama que maneje PROFINET se muestra a continuación.
SIN embargo, con este estándar, estos 3 modos de comunicación pueden superponerse y funcionar a la vez en un mismo medio físico.

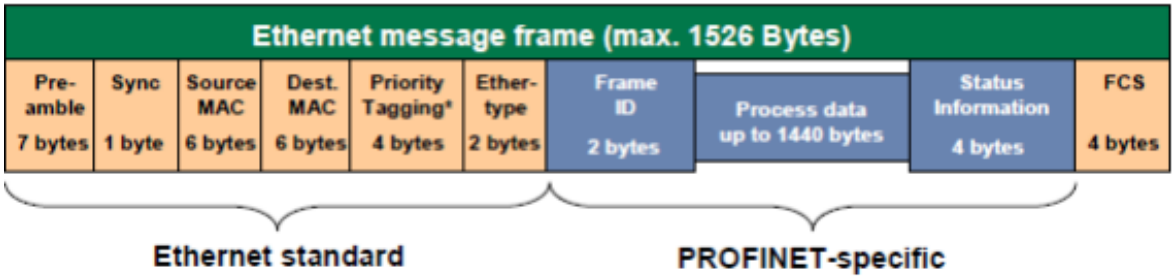


Figura 9: Formato de la trama de PROFINET a nivel de Ethernet

Componentes de una red Profinet

Wireless Ethernet

Es la opción óptima para instalaciones ampliadas o máquinas móviles: segura, potente y de bajo mantenimiento. Según la aplicación y los requisitos, utilice la tecnología adecuada:

- Industrial Wireless LAN: para la conexión de muchos participantes bus móviles en una red ampliada con un rendimiento elevado.
- Industrial Bluetooth: para una conexión especialmente fácil de componentes de automatización, también de forma paralela a otros sistemas inalámbricos.

Switch para Profinet

Para cada aplicación PROFINET seleccione el switch adecuado:

- Clase de conformidad A: switches gestionados Lean con filtro PTCP para la estabilización de su red PROFINET.
- Clase de conformidad B: switches gestionados inteligentes con PROFINET-Device integrado para la configuración y el diagnóstico directamente desde el sistema de control, LLDP para detección de topología automática y el Media Redundancy Protocol (MRP) para una rápida redundancia.
- Clase de conformidad C: switches PROFINET IRT con tecnología ERTEC integrada y propiedades Realtime óptimas así como la máxima prioridad de datos PROFINET.

Sistemas de cableado

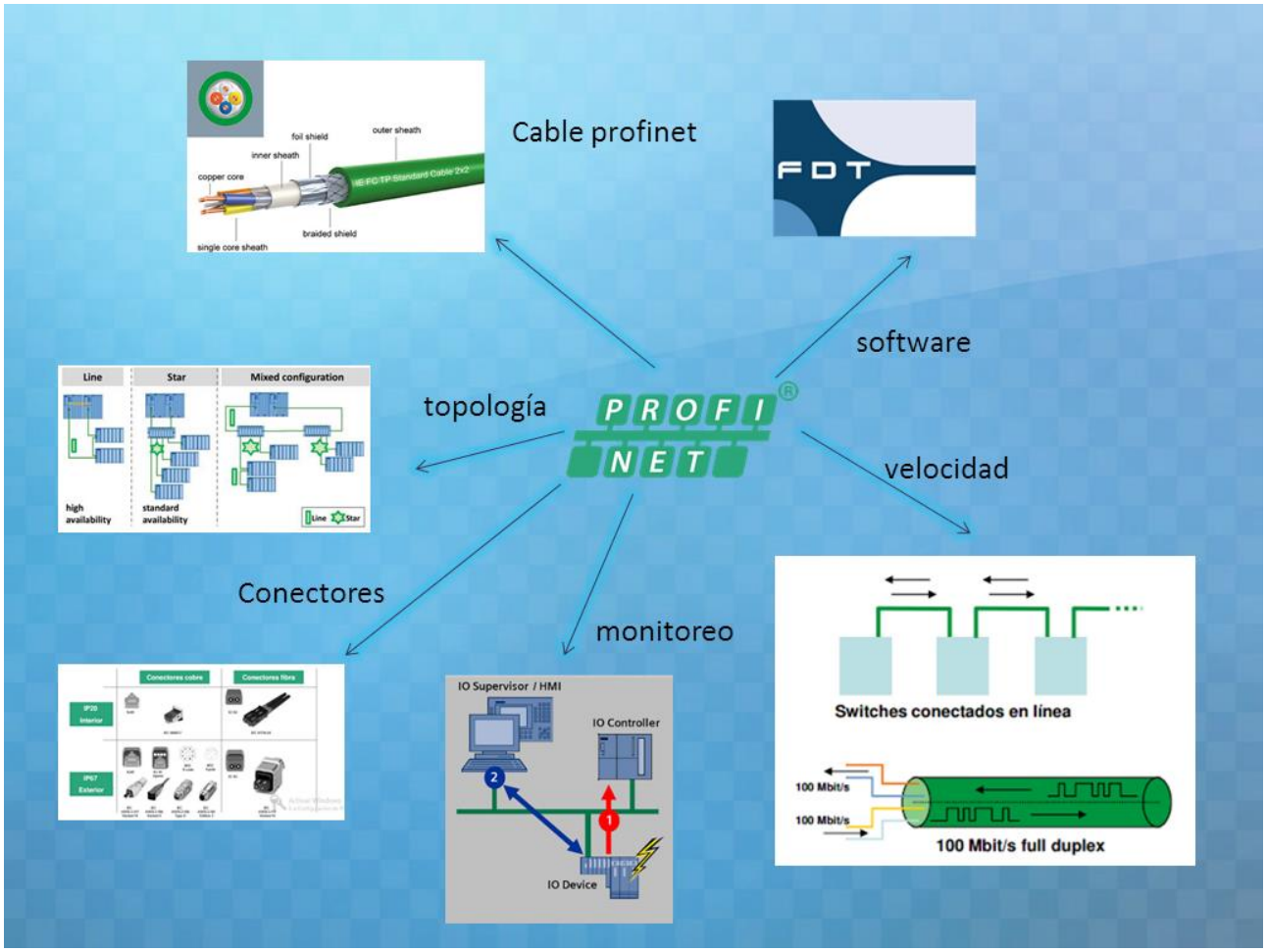
La gama de productos PROFINET incluye cables y conectores para cada concepto de instalación.

- conector RJ45 en los grados de protección IP20 e IP67
- conector M12 en los grados de protección IP65 e IP67
- conector para la distribución de energía

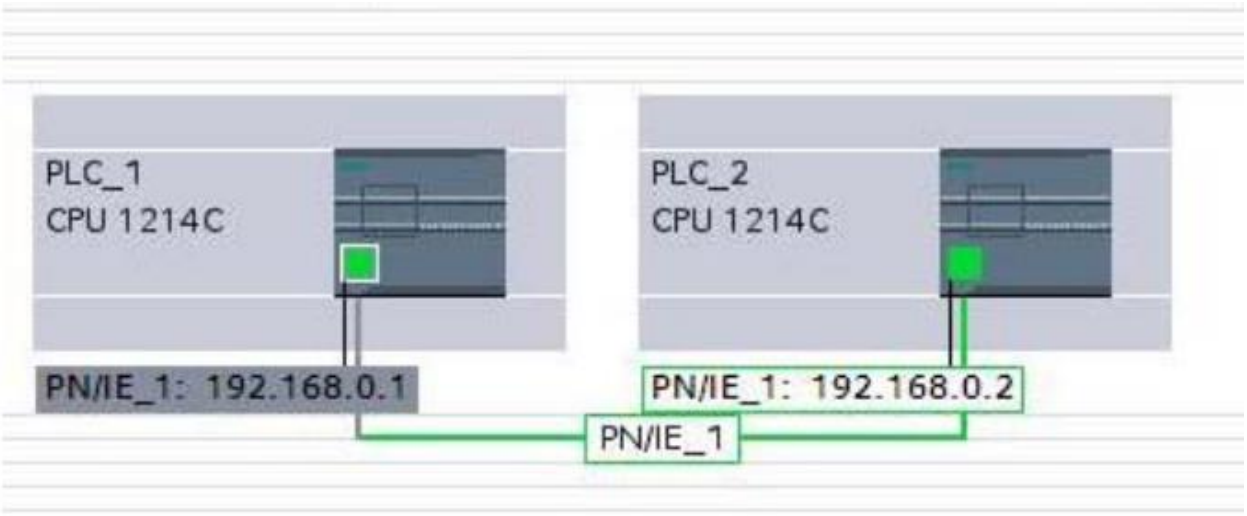
SOFTWARE

Una herramienta para todas las redes La clave del éxito de PROFINET es su facilidad de uso, ya dispone de las herramientas de configuración.

Imagen resumen



Instalando una la comunicación PROFINET vía TCP/IP entre dos CPU's del S7-1200



Los equipos que ocuparemos para implementar esta red PROFINET serán:

1.- DOS PLC SIEMENS S7-1200 CPU 1214C AC/DC/RLY

Alimentacion 110 – 220v AC

14 DI 24v DC

10 DO Rele

2 AI 0 – 10V

2.- COMPACT SWITCH MODULE CSM 1277

4 PUERTOS RJ45, PERMITE CONEXIÓN AL S7-1200 CON 3 ESTACIONES MAS,

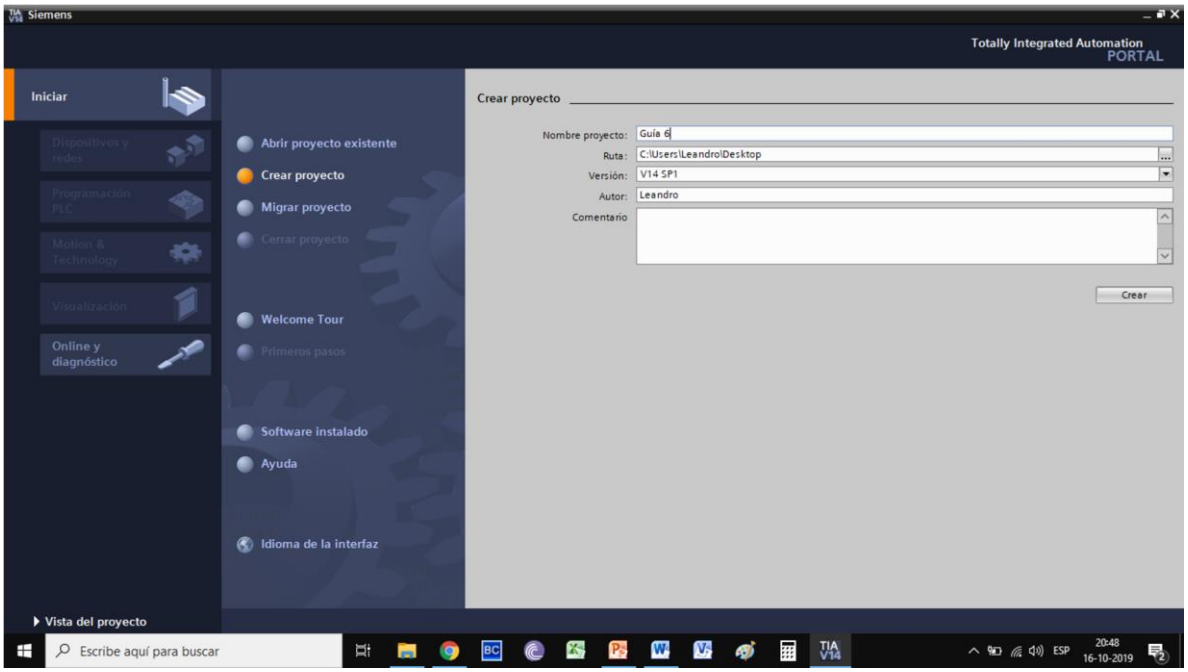
ETHERNET CON 10/100 MBIT/S, ALIMENTACION 24V DC

3.- IE CONNECTING CABLE IE FC RJ45 PLUG-180/IE FC RJ45 PLUG-180

Los pasos necesarios para realizar la comunicación entre los PLC S7-1200 son:

Paso 1: “Abrir Aplicación”
Paso 2: “Crear Proyecto Nuevo”
Paso 3: “Información del Proyecto”
Paso 4: “Primeros Pasos”
Paso 5: “Seleccionar CPU”
Paso 6: “Configuración de Hardware PLC_1”
Paso 7: “Configuración de Hardware PLC_2”
Paso 8: “Programación PLC_1”
Paso 9: “Programación PLC_2”

Paso 1: “Abrir Aplicación” Ejecutamos la aplicación del TIA portal



Paso 2: “Crear Proyecto Nuevo” Dentro de la pantalla de inicio nos aparece seleccionado por defecto la opción “Abrir proyecto existente”. En la tabla aparecen los proyectos que estén guardados en el PG/PC. Nosotros comenzaremos un proyecto desde cero, por lo que seleccionaremos “Crear proyecto”.

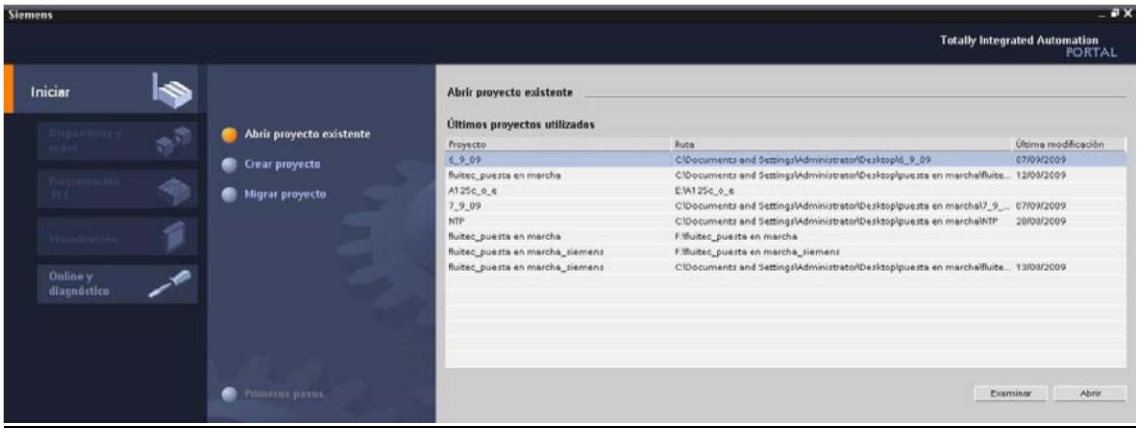


Imagen 2: Pulsar el botón “Crear proyecto”

Paso 3:” Información del Proyecto” Al seleccionar esta opción le daremos el nombre al proyecto, quien es el autor, etc. y después al botón “Crear”.

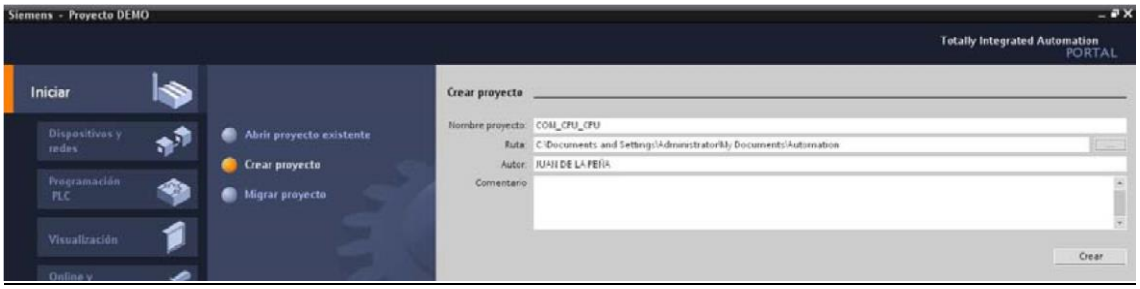


Imagen 3: “Rellenar información del proyecto”

Paso 4:“Primeros Pasos” Cuando le damos a crear nos aparece la “Vista Portal” y nos selecciona por defecto “Primeros pasos”. Desde aquí tenemos las siguientes opciones: a) “Configurar un Dispositivo”, b) “Crear programa PLC” y c) “Configurar una imagen

HMI”. Nosotros empezaremos por lo básico configurando el HW de nuestro equipo para lo que le daremos a configurar dispositivo.

Imagen 4: “Pinchar en configurar equipo”

Paso 5: “Seleccionar CPU” Al darle a “Agregar Dispositivo” nos salen dos opciones: PLC o el Panel HMI. Le damos al botón del PLC y nos aparecerá en la ventana de la derecha todas las CPU donde tendremos que seleccionar la que tengamos. Y le daremos al botón “Agregar”. En este ejemplo, insertaremos dos CPU’s para comunicarlas entre sí.

Imagen 5: “Pinchar en SIMATIC PLC”

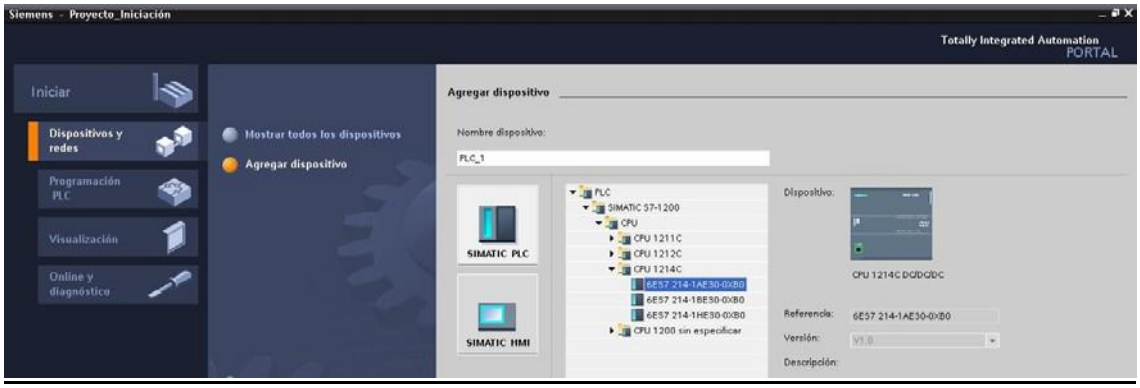


Imagen 6: “Seleccionar CPU”

Paso 6: “Configuración de Hardware PLC_1” Nos aparece la ventana de configuración del equipo. Lo que tenemos que hacer ahora es meter los módulos que tenemos en nuestro equipo físicamente: módulos de I/O, módulos de comunicación, etc… Para ello seleccionaremos del catálogo de la derecha los módulos correspondientes y los iremos arrastrando y soltando en su posición correcta. En el SIMATIC S7-1200 los módulos de comunicación se insertan a la izquierda de la CPU y los módulos de I/O se meten a la derecha. Como máximo puede haber 3 módulos de comunicación y 8 de I/O.

Imagen 7: “S7-1200 – Módulos de Expansión”

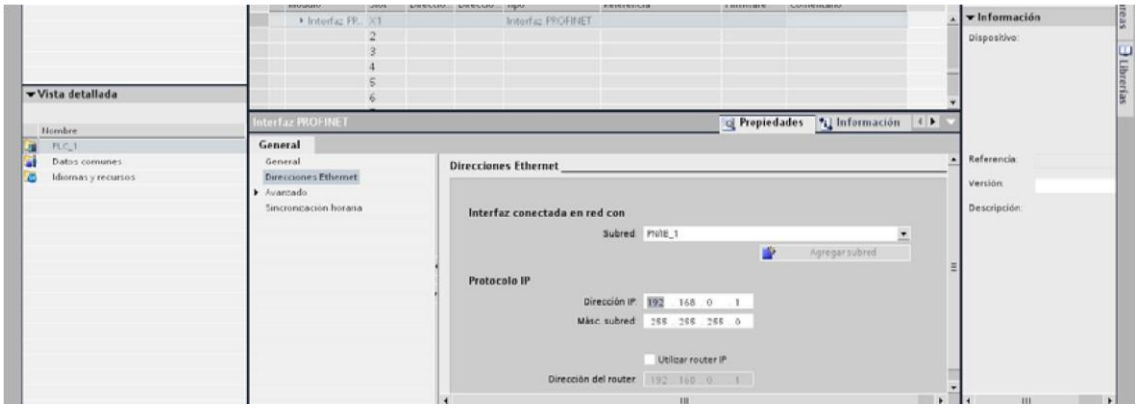


Imagen 8: “Configurar la primera CPU”

En la parte de inferior de la pantalla pinchando sobre la CPU podremos ver sus propiedades y podremos configurar: el direccionamiento, configuración de la hora, opciones de arranque, etc…

Nosotros vamos a configurar la CPU para hacerlo de manera sencilla. Nos meternos en las propiedades de la CPU en el interfaz de PROFINET y agregaremos el dispositivo a una red y le daremos una dirección IP.

- Agregar Subred (Le daremos al botón “Agregar Subred”)
- Asignar Dirección IP: 192.168.0.1
- Mascara de Subred: 255.255.255.0

Activar Marca de Ciclo: La marca de ciclo es un byte de la memoria “M” donde va a oscilar automáticamente en cada uno de los bits con frecuencias distintas de ‘0’ a ‘1’. Lo utilizaremos a la hora de hacer el envío/recepción de los datos. Esta dentro la opción Marcas de Sistema y de Ciclo. En este caso reservo el byte 100 pero puedo escoger el byte que quiera que no esté usando.

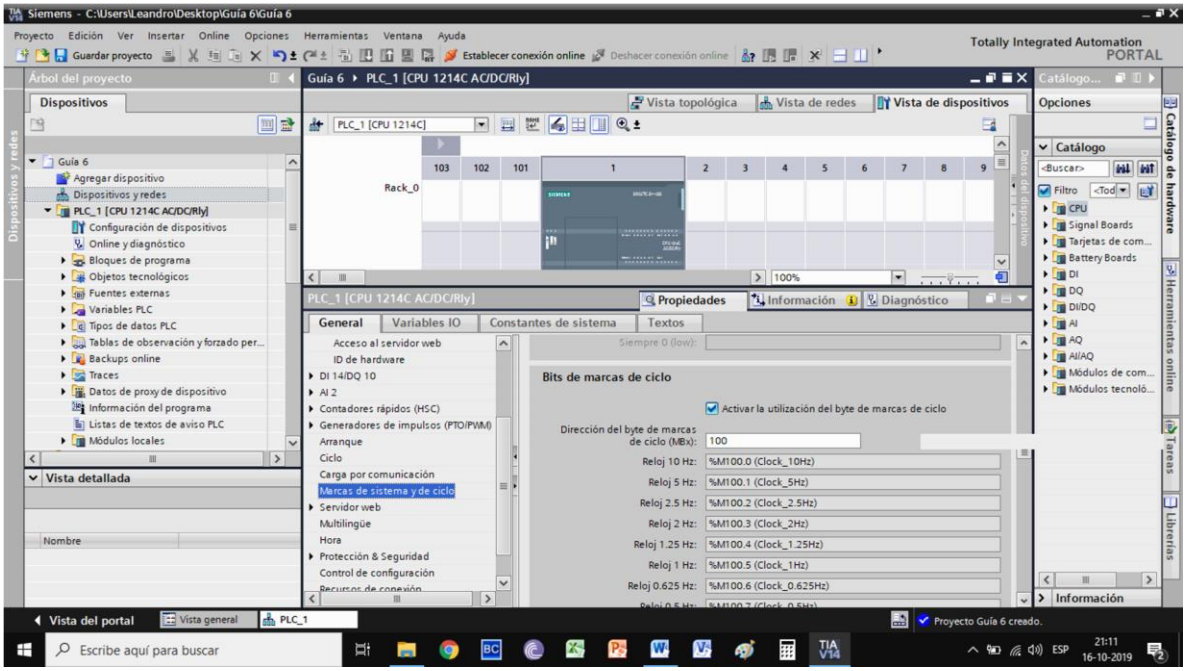


Imagen 9: “Activar las marcas de ciclo”

Paso 7: “Configuración de Hardware PLC_2”

Para agregar el nuevo PLC vamos al árbol del proyecto y le damos a la primera opción que es “Agregar dispositivo”. También se podría hacer volviendo a la vista portal (hay un acceso directo en la parte inferior izquierda) y agregando la nueva CPU desde ahí.

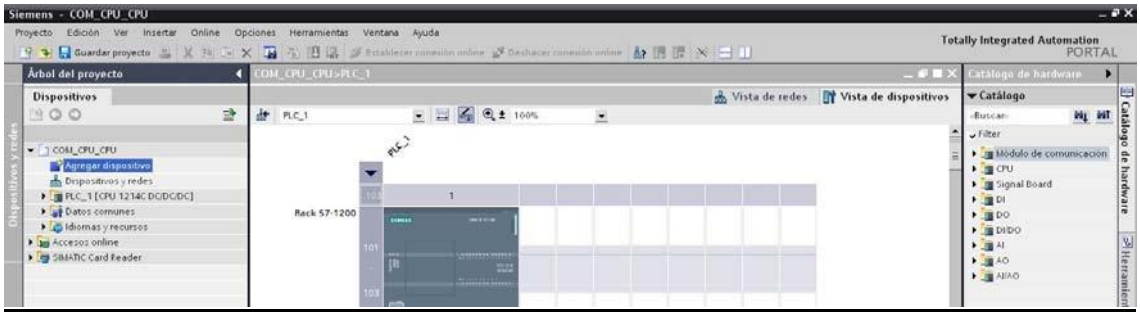


Imagen 10: “Agregar nuevo dispositivo”

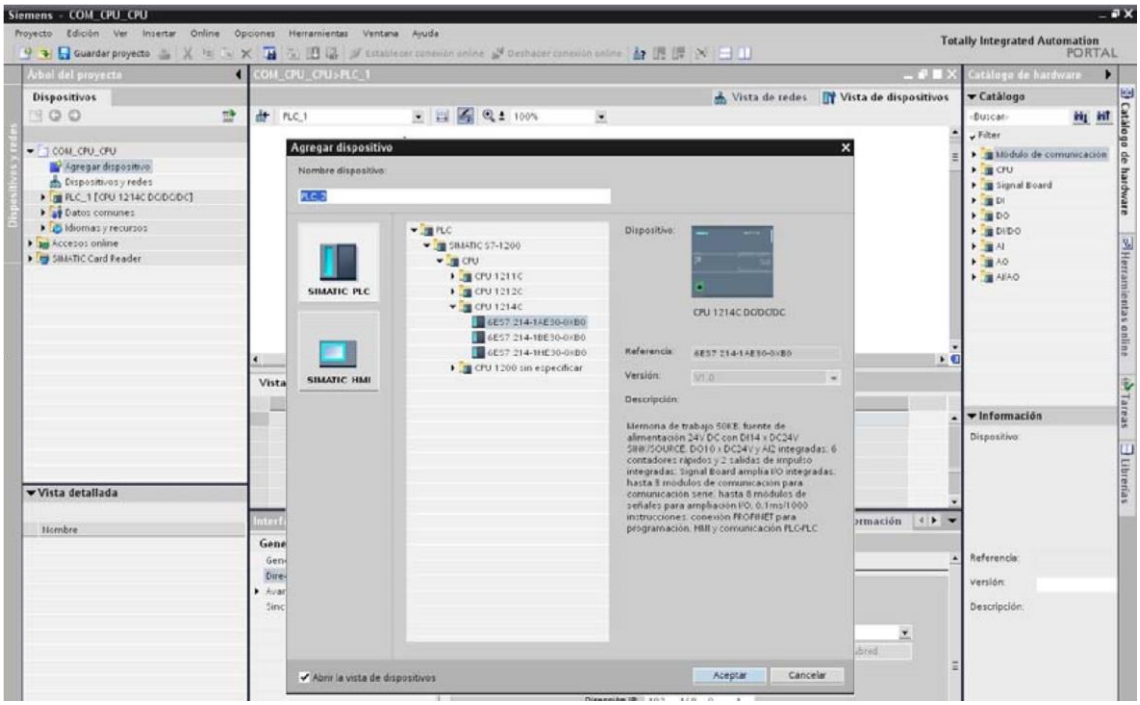


Imagen 11: “Seleccionar CPU”

Agregamos “PLC_2”: Y lo agregamos a la red creada para el anterior equipo dándole otra dirección IP. Como se ve en la siguiente imagen.

- Agregar Subred (Le damos al botón “Agregar a subred”)
- Asignar Dirección IP: 192.168.0.2
- Mascara de Subred: 255.255.255.0
- Activar Marca de Ciclo: Activo el byte 100 pero puedo escoger el byte que quiera que no esté usando.

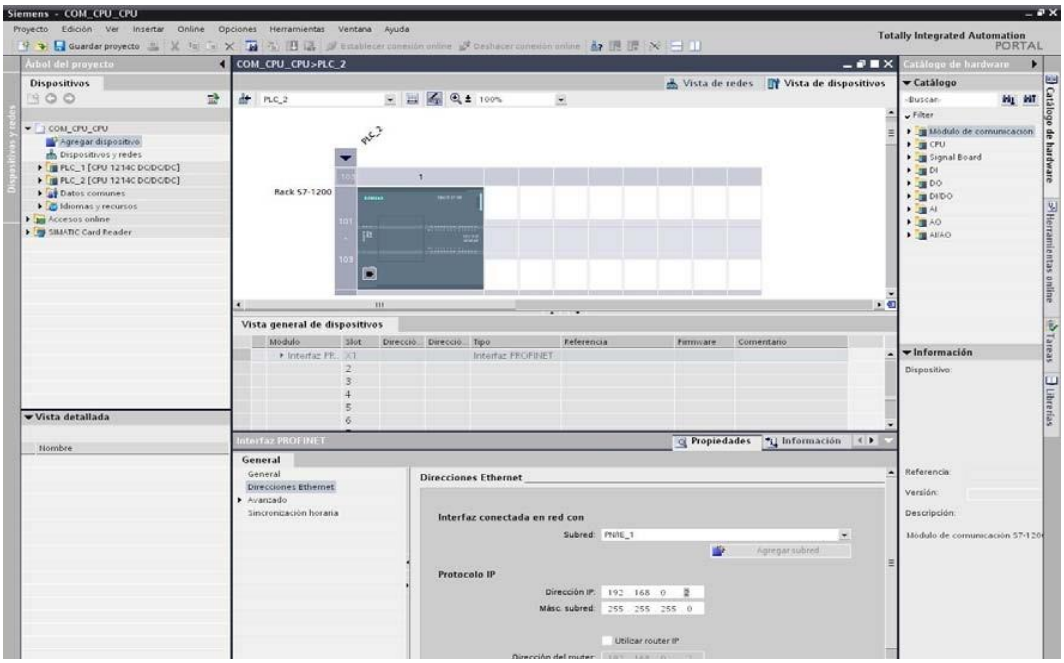
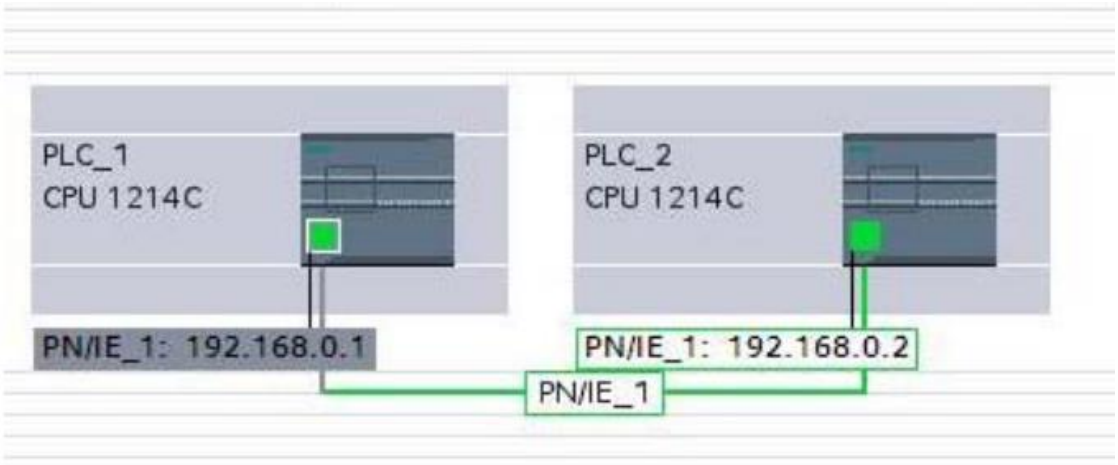


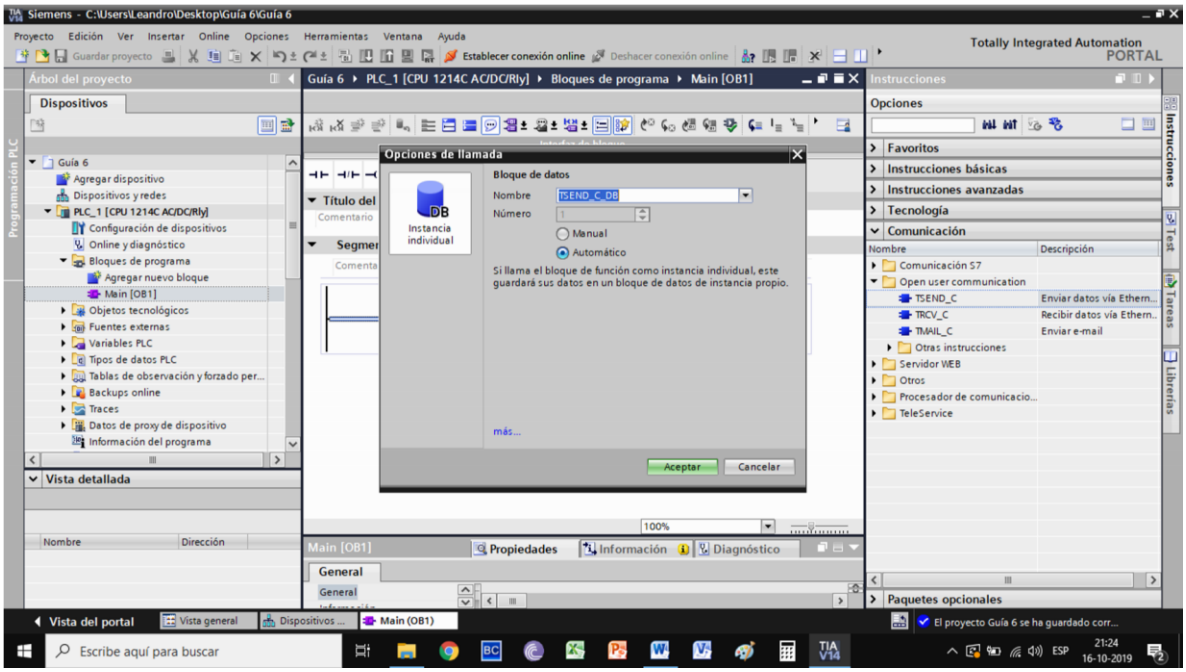
Imagen 13: “Asignar dirección IP distinta a la del otro dispositivo”

Si nos vamos a Dispositivos y Redes dentro del árbol del proyecto tenemos que tener conectadas las dos CPUs y si le damos al icono veremos que los equipos tienen direcciones IP distintas y que están interconectadas las CPU’s por una red de Ethernet. En el caso del ejemplo, “PLC_1” 192.168.0.1 y “PLC_2” 192.168.0.2.



Paso 8: “Programación PLC_1”

Abrimos el OB1 del PLC_1 que es donde vamos a programar la función de envío de datos. Nos vamos a la parte inferior derecha “Instrucciones Avanzadas” donde tenemos una carpeta con las funciones de “Comunicación” donde en comunicación abierta tenemos la función T_SEND y la T_RECV. Insertamos el bloque T_SEND.



El ejemplo que vamos a hacer es que el PLC_1 envié 2 bytes de sus Entradas Digitales al PLC_2 que los va a recibir en 2 bytes de sus Salidas Digitales. De esta forma cuando activemos un bit de la entrada del PLC_1 se deberá activar ese bit en el PLC_2.

Pinchando sobre el bloque T_SEND, en la ventana de propiedades tenemos “parámetros de conexión” y “parámetros de bloque”. Tendremos que indicar el interlocutor es el PLC_2, el PLC contra el que queremos comunicar y que lo vamos a hacer por TCP. La iniciativa local seleccionaremos el PLC1 y el puerto dejamos el que viene por defecto. En el parámetro de los datos de conexión no podremos seleccionar nada hasta que no hayamos configurado el T_RCV en el PLC_2. De primeras lo dejamos sin rellenar.

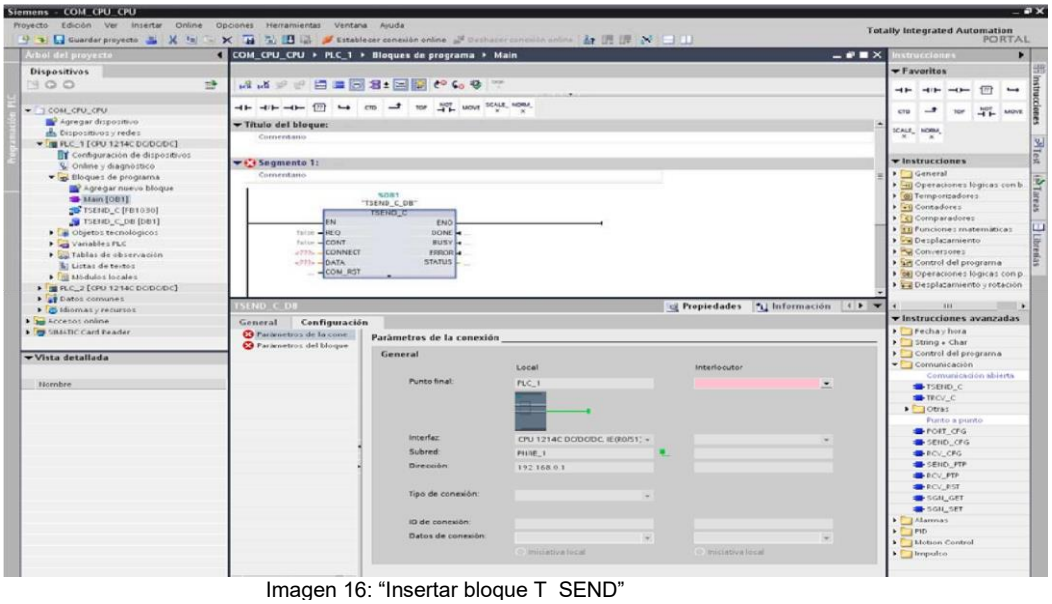


Imagen 16: “Insertar bloque T_SEND”

Datos de conexión: no podremos seleccionar nada hasta que no hayamos Seleccionando Parámetros del bloque pasaríamos a rellenar los parámetros de

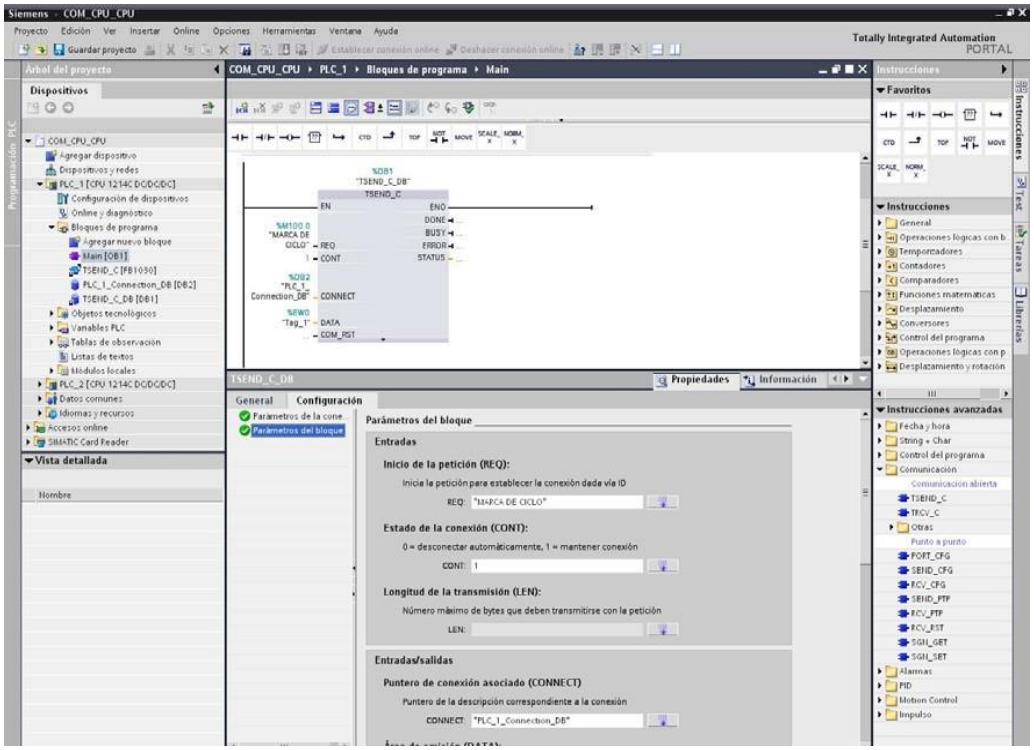


Imagen 17: “Rellenar parámetros del bloque”

entrada/salida. En la ventana de propiedades nos viene explicado para que sirve cada uno de ellos. Una manera básica es rellenando parámetros de la forma siguiente:

- REQ: Inicia la petición, con un flanco ascendente. Para hacer el flanco automáticamente le pongo la marca de ciclo **M100.0**.
- CONT: El valor ‘0’ es deshacer la conexión y el ‘1’ es mantener la conexión por lo que ponemos un **1**.
- CONNECT: Seleccionamos el **DB** que te genera que es donde irán los parámetros de la conexión.
- DATA: Son los datos que queremos enviar. En este caso voy a enviar 2 bytes de entradas **IW0**.

Y ahora nos vamos al OB1 del PLC_2 e insertamos el bloque T_RCV y ponemos los parámetros.

Paso 9: “Programación PLC 2”

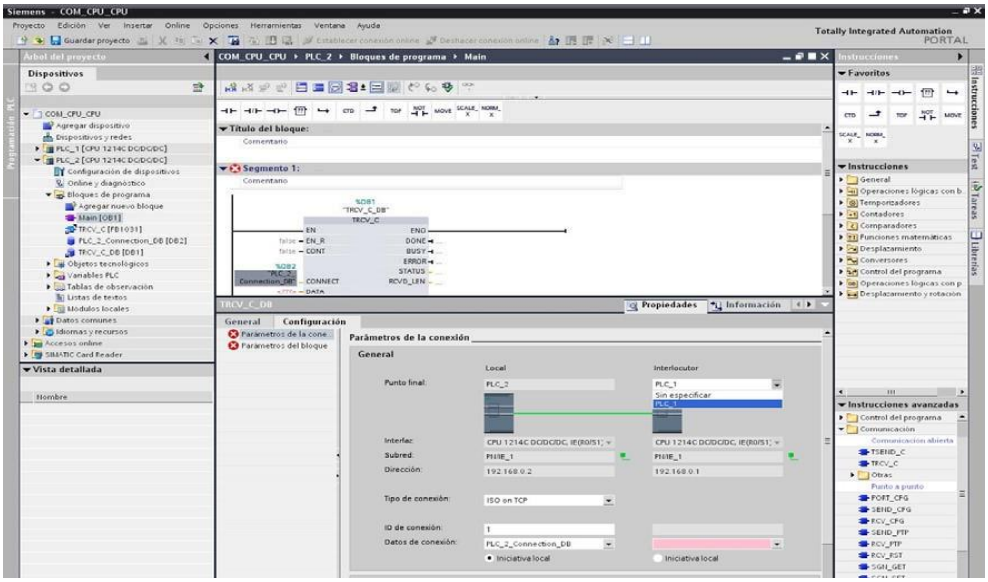


Imagen 18: “Insertar bloque T_RCV”

Pinchando sobre el bloque T_RCV, en la ventana de propiedades tenemos “parámetros de conexión” y “parámetros de bloque”. Tendremos que indicar el interlocutor es el PLC_1, la iniciativa local que la lleve el PLC_1 y que lo vamos a hacer por TCP. El puerto dejamos el que viene por defecto. Y ahora en los datos de conexión ya nos deja seleccionar el DB que se generó al crear el T_SEND del PLC_1.

Seleccionando parámetros del bloque dentro de la ventana de propiedades pasaríamos a rellenar los parámetros de entrada/salida. En la ventana de propiedades nos viene explicado para que sirve cada uno de ellos. Los que he tenido que utilizar para que funcione son los siguientes:

- EN_R: Habilitar la recepción. **M100.0**

- CONT: El valor ‘0’ es deshacer la conexión y el ‘1’ es mantener la conexión por lo que ponemos un **1**.
- CONNECT: Seleccionamos el **DB** que te genera que es donde irán los parámetros de la conexión.
- DATA: Donde queremos recibir los datos que se nos envían. En este caso voy a recibir los 2 bytes en la salida **QW0**.

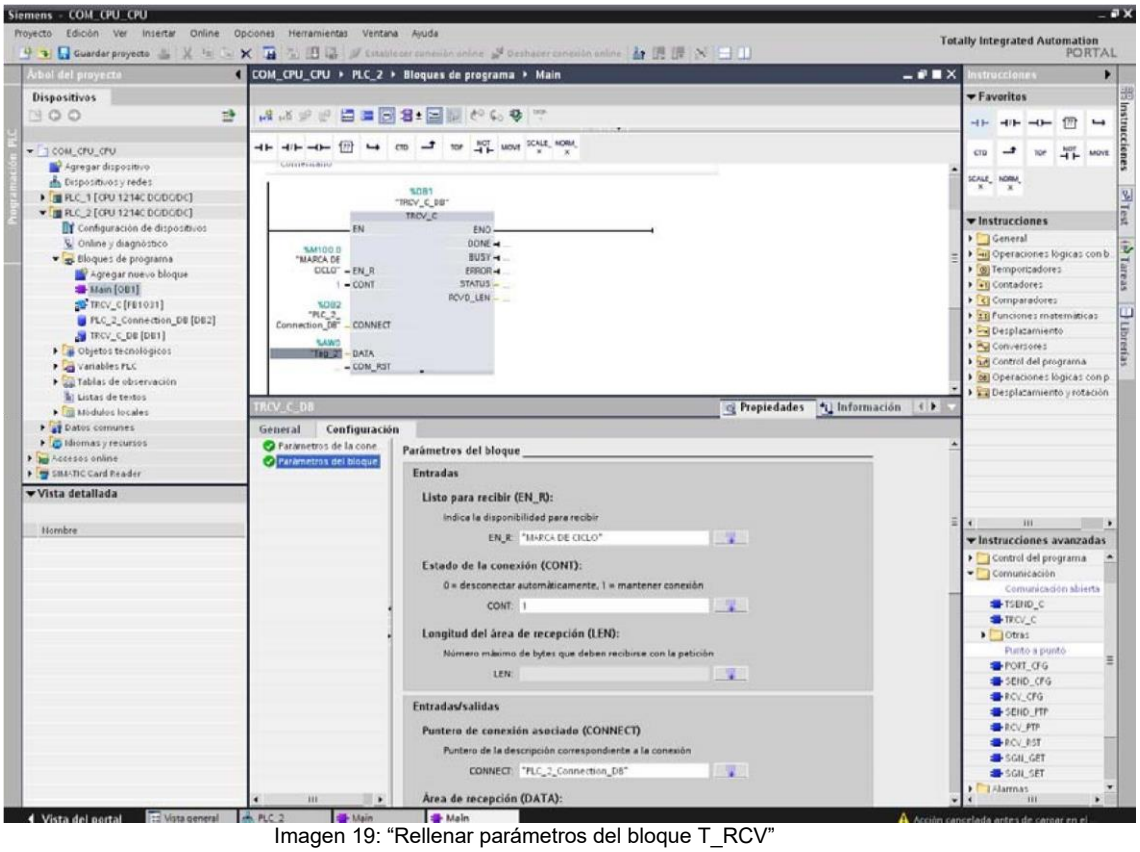


Imagen 19: “Rellenar parámetros del bloque T_RCV”

¡¡IMPORTANTE!! Y ahora nos vamos al OB1 del PLC_1 que habíamos dejado por rellenar uno de los parámetros de la conexión y seleccionamos el T_SEND y en los Datos de la Conexión y ahora sí que nos deja seleccionar el DB generado en el PLC_2.

Y con esto lo único que nos queda es seleccionar las dos CPU’s y transferirlas tanto el HW como el programa.

Conclusión

PROFInet es una solución de automatización distribuida: el modelo de componentes profinet divide el sistema general en módulos tecnológicos. El modelo de E/S de Profinet contribuye a la integración de periféricos sencillos distribuidos. En este caso se mantiene la visualización de datos de entrada y salida de PROFIBUS. Visualización de componentes Visualización de datos de E/S.

Permite conectar equipos desde el nivel del campo (Plcs y otros dispositivos) hasta el nivel de gestión (sistemas informáticos e internet) Profinet integra los sistemas actuales de profibus sin ninguna modificación. Con una explicación sencilla del Concepto que involucra PROFINET, se refiere a la modernización de las redes de campo que incluyen PLCs y los sistemas de Comunicación entre estos dispositivos a la Red Ethernet pero aportando un alto rendimiento en la respuestas y seguridad requeridas en las instalaciones industriales

Bibliografía

- Balcells, J & Romeral J. (1988). Autómatas Programables. Barcelona: Marcombo.
- Cisco Systems, Inc. (2004). CCNA Exploration 4.0 Aspectos básicos de networking. Madrid: Pearson Educación.
- Rodríguez, A. (2008). Comunicaciones Industriales. Barcelona: Marcombo.
- Guerrero, V & Yuste, R & Martínez, L.. (2010). Comunicaciones Industriales. México: Marcombo.

IPLACEX
TECNOLÓGICO NACIONAL

IPLACEX
TECNOLÓGICO NACIONAL